Aus dem Röntgeninstitut des Kantonsspitals Fribourg
Chefarzt: Dozent Dr. med. E. A. Zimmer

Studien zur Tomographie des Ethmoids

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

Marguerite Corboz-Oettinger
von Massonnens (Fribourg)

1950

VERLAG VON S. KARGER IN BASEL

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. H. Lüdin

Tag der Promotion: 2. März 1950

Sonderdruck aus «Practica oto-rhino-laryngologica», Vol. XIII, Fasc. 2, 1951.

Nachdem *Bocage* im Jahre 1921 zum ersten Male eine Methode zur röntgenologischen Darstellung einzelner Körperschichten veröffentlicht hatte, wurde verschiedentlich dieses neue Gebiet erforscht. Das Prinzip dieser zur Schichtaufnahme gebauten Tomographen oder Planigraphen beruht auf einer *gegensinnigen, kongruenten, synchronen* Verschiebung von Röntgenröhre und Film in zueinander parallelen Ebenen während der Expositionszeit. Die Richtung der Verschiebung ist nach den verschiedenen Autoren beliebig. Bei dieser Methode werden Punkte *einer* Ebene des darzustellenden Körpers scharf dargestellt, während alle übrigen Punkte außerhalb dieser eingestellten Ebene unkenntlich verwischt werden. Durch Änderung der eingestellten «Schnitthöhe» wird es möglich, einen Gegenstand in verschiedenen Schichten zu untersuchen.

Die bis 1938 von verschiedenen Autoren ausgearbeiteten Verfahren unterschieden sich insbesondere durch die Bewegung von Röhre und Film. Man war bestrebt, die Schnittebene immer schärfer darzustellen und gleichzeitig die Störschatten so weit als möglich auszulöschen. Man ging dabei vom Prinzip aus, daß die Verwischung der Störschatten um so wirksamer erfolgt, je länger die Fokusexkursion ist. Die eingestellte Ebene bleibt ja konstant scharf, während alle übrigen Schichten auf eine um so größere Fläche ausgebreitet werden, je länger die Bahn des Fokus ist. Je häufiger die Richtung dieser Bahn geändert wird, um so mehr erfolgt die Verteilung und Ausbreitung der «Störschatten» auf verschiedene Stellen des Filmes.

Einige Monate nach *Bocage* haben *Portes* und *Chausse* bei ihrem Apparat die Bahn des Fokus kreisförmig angeordnet. Beim Stratigraphen von *Vallebona* sind Röhre und Film starr miteinander verbunden, während dem Patienten eine Drehbewegung

erteilt wird. *Bartelink* gab bei seinem Apparat dem Fokus eine sinusförmige Bewegung. *Ziedses des Plantes* hat bei seinem Planigraphen die Bahn des Röhrenfokus auf eine 6—8gängige Spirale angeordnet.

Bei allen diesen Apparaten ist die Expositionszeit entsprechend der Weglänge der Röhre sehr groß und beträgt bis zu 25 Sek. Außerdem ist die Konstruktion dieser Apparate, bei welchen die Film- und Röhrenbewegungen einander entsprechen müssen, schwierig. *Großmann* und *Chaoul* (1, 2, 3) haben durch ihre Untersuchungen bewiesen, daß man mit einem relativ einfach gebauten Apparat scharfe Bilder mit wirksamer Verwischung von Störschatten erhalten konnte. Bei diesem «Tomographen» von *Großmann* sind Röhre und Filmträger durch einen zweiarmigen Hebel miteinander verbunden, der um eine waagrechte Achse drehbar ist. Röhre und Film machen um den Achsendrehpunkt, dessen Höhe beliebig gewählt werden kann, zwangsläufig eine gegensinnige Bewegung. Der Film bleibt parallel der Tischebene. Die horizontale Schicht des Objektes auf Höhe des Achsendrehpunktes wird scharf abgebildet, während alles, was außerhalb dieser Schicht liegt, verwischt wird. Da die Möglichkeit gegeben ist, die Höhe des Drehpunktes zu wählen, kann die darzustellende Schicht beliebig eingestellt werden, ohne daß der Patient bewegt wird. Bei dem kurzen Weg der Röhre wird die Expositionszeit bis auf eine Sekunde heruntergesetzt.

Bei den folgenden Versuchen stand ein Apparat zur Verfügung, der nach dem Prinzip des Tomographen gebaut war. Die Bahn des Röhrenfokus verläuft leicht bogenförmig, der Weg des Filmes ist horizontal und parallel der Tischebene.

Schematisch läßt sich dies folgendermaßen darstellen (Fig. 1):

In der Schnittebene S wählen wir einen beliebigen Punkt A. Dieser projiziert sich bei Anfangsstellung der Röhre (in R 1) auf den Film in A 1, bei Endstellung der Röhre (in R 2) auf den gleichen Film in A 2. Wie aus dem Schema zu ersehen ist, fallen A 1 und A 2 auf die gleiche Stelle des Filmes. Der Punkt A wird somit scharf abgebildet. Das gleiche gilt für alle Punkte der im Achsendrehpunkt eingestellten Ebene S.

Irgendein anderer Punkt außerhalb dieser Schnittebene S, so z. B. Punkt B, projiziert sich bei Stellung der Röhre in R 1 auf den Film in B 1, bei Stellung der Röhre in R 2 auf den Film in B 2. Der Punkt wurde also im Verlauf der Exposition strichför-

mig von B 1 nach B 2 ausgezogen. Er erscheint somit unkenntlich verwischt. Das gleiche gilt für jeden anderen Punkt außerhalb der Schnittebene S.

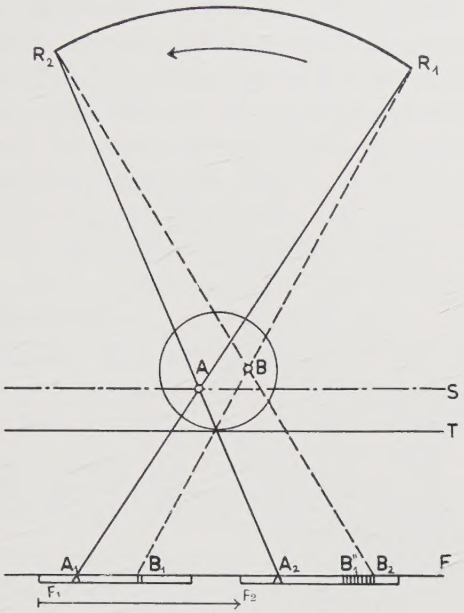

Fig. 1. Schematische Darstellung des Apparates zur Schichtdarstellung. R 1 = Anfangsstellung der Röntgenröhre. R 2 = Endstellung der Röntgenröhre. S = Eingestellte Schnittebene auf Höhe des Drehpunktes. T = Tischebene. F = Bewegungsebene des Filmes. F 1—F 2 = Gesamte Verschiebung des Filmes bei Einstellung für die Schnittebene S. A = Beliebiger Punkt auf der Schnittebene S. A 1 = Projektion des Punktes A auf den Film bei Anfangsstellung des Systems. A 2 = Projektion des Punktes A auf den Film bei Endstellung des Systems. B = Beliebiger Punkt außerhalb der Schnittebene S. B 1 = Projektion des Punktes B auf den Film bei Anfangsstellung des Systems. B 2 = Projektion des Punktes B auf den Film bei Endstellung des Systems.

Es ist verständlich, daß bei der Tomographie Bilder entstehen, die nicht so scharf sind wie das Normalbild. Es ist praktisch kaum zu vermeiden, daß auch die auf Höhe des Achsendrehpunktes eingestellte Ebene eine geringfügig verwischte Randzeichnung zeigt, so daß deren Konturen nicht so scharf erscheinen wie auf dem gewöhnlichen Röntgenbild. Praktisch werden die Schichten, die am nächsten der eingestellten Ebene liegen, etwas schärfer abgebildet als die weiter entfernten. Die Verwischung der Zeichnung nimmt also mit dem Abstand zu der eingestellten Ebene zu, so daß nicht eine mathematische Ebene, sondern eine schmale Schicht des Objektes zur Darstellung kommt.

Hinzu kommt, daß, obwohl die von der Schnittebene entfernteren Schichten verwischt sind, sie doch als Schatten die scharf gezeichnete Schicht überlagern. Diese Schatten wirken im allgemeinen nicht störend, da sie unkenntlich sind. Nur kompakte, strahlendichte Gebilde außerhalb der eingestellten Schicht geben eigentlich störende Schatten. Im Gebiete des Schädels z. B. würde man auf einer Schichtaufnahme den verwischten Schatten der Pyramide, des Jochbogens oder der hinteren Schädelgrube als «Störschatten» empfinden. Diese Störschatten sind besonders unerwünscht, wenn sie ein strahlendurchlässiges Gebiet, z. B. das zellreiche Ethmoid verdecken, wo es doch darauf ankommt, die Schattendichte zu prüfen. Bei den Nebenhöhlen dokumentieren sich pathologische Zustände im Röntgenbild durch Verschattung, Verschleierung oder Verwischung der Zeichnung. Wenn nun im Schichtbild die Nebenhöhlen von Störschatten der angrenzenden kompakten Knochen (Schädelbasis, Jochbogen, Felsenbein) überlagert werden, kann irrtümlicherweise eine echte Verschattung angenommen werden. In solchen Fällen ist das Schichtbild eher irreführend als aufklärend.

Schichtaufnahmen des Schädels wurden erstmals von *Camino* (4) als interessante Untersuchungsmethode der Nebenhöhlen demonstriert, deren diagnostische Bedeutung aber noch fraglich sei und jedenfalls die der üblichen Spezialaufnahmen nicht übertreffe.

Darauf folgten weitere Schichtaufnahmen des Schädels von *Buffet, Worms, Aubert* (5) in einfacher a.-p. und seitlicher Schnittrichtung. Die Methode wurde experimentell behandelt und nicht klinisch angewandt.

Interessant ist das Verfahren von *Kremer* (6), das eine schärfere Randzeichnung bei der Schichtaufnahme erstrebt. Die gleiche Schnittebene wird in verschiedenen Verstreichungsrichtungen aufgenommen (d. h. bei Lagerung des Patienten so, daß die Fokusbahn in cranio-caudaler, latero-lateraler und eventuell in schräger Richtung verläuft). Die erhaltenen Bilder werden übereinander im Schaukasten beobachtet. Dabei sollen die Bilder scharf gezeichnet und die Randverwischung aufgehoben erscheinen. Das Verfahren ist aber relativ teuer, da es für eine einzige Schicht schon mehrere Bilder erfordert. Außerdem benötigt man dazu eine besondere Einrichtung, um ein erschütterungsfreies Bewegen

des Patienten zu ermöglichen, da ja die genau gleiche Schicht in verschiedenen Verstreichungsrichtungen geschnitten werden soll.

Eine spezielle Technik zur Tomographie der Nasennebenhöhlen wurde 1940 von *Kuhlmann, Rating, Schneider* (7) veröffentlicht. Die Schnitte werden im occipito-frontalen Strahlengang, also wie bei der üblichen Darstellung der Stirnhöhlen, in einem Abstand von 1,5 cm bis 7 cm von der Tischebene geführt. Schichtbilder werden ebenfalls in strenger Seitenlage ausgeführt. Das Verfahren wurde zur Sicherung der Diagnose bei fraglichen Nebenhöhlenerkrankungen als notwendig erachtet und empfohlen. Besonders unangenehm für den Patienten ist bei dieser Methode die unbequeme Lagerung auf die Stirn während der erforderlichen langen Dauer der Tomographie.

Cone und *Moore* (8) führen die Schnitte «bei paralleler Lagerung der Gesichtsebene zum Film» in 4 cm, 5 cm und 6 cm Entfernung vom Tisch, praktisch also im occipito-nasalen Strahlengang. Die veröffentlichten Bilder sind sehr schön, aber die Lagerung ist wie bei der Methode von *Kuhlmann, Rating, Schneider* für den Patienten äußerst unangenehm und schwerlich während der ganzen Dauer der Tomographie genau einzuhalten.

Zur speziellen Darstellung der Siebbeinzellen geben *Bayer, Werner* (9, 10, 11) folgendes Verfahren an: Zunächst wird eine modifizierte *Tschebull-Aufnahme* (die der halbaxialen ähnlich ist) ausgeführt. Dieser folgen stereographische Stirnhöhlenaufnahmen im occipito-frontalen Strahlengang. Erst danach werden Tomographien occipito-frontal mit Längsverwischung und in Seitenlage mit Längs- und Querverwischung verfertigt. Die übrigen Spezialaufnahmen werden als ungeeignet bezeichnet. — Sicher ist dieses Verfahren gründlich; aber für die laufenden Untersuchungen wird man sich doch zweckmäßig der üblichen Standardaufnahmen bedienen und in besonderen Fällen erst der spezielleren Untersuchungen. Gerade aber bei der Tomographie der Siebbeinzellen wird von diesen Autoren keine andere Technik als die bisher übliche angegeben.

Die Schwierigkeiten in der röntgenologischen Darstellung verdankt das Ethmoid seiner anatomischen Lage im Zentrum des knöchernen Schädels. Kurz sei an dieser Stelle daran erinnert, daß die Pneumatisation der Gesichtsknochen im Kindesalter noch nicht abgeschlossen ist. Der Sinus frontalis z. B. erreicht erst im

20. Lebensjahr seine endgültige Größe. Von den Nebenhöhlen wird die Keilbeinhöhle zuerst angelegt und ist schon bei 20 mm langen Föten sichtbar. Bei der Geburt sind die Keilbeinhöhlen auf dem Röntgenbild stecknadelkopfgroß. Die Kieferhöhlen sind beim Neugeborenen spaltförmig. Das Ethmoid wird erst mit 1½ bis 2 Jahren röntgenologisch sichtbar. Die Stirnhöhlen fehlen gewöhnlich bis zum dritten Lebensjahr (*Alban Koehler*, 12).

Die Sinus ethmoidales post. entstehen bei der Entwicklung der Nase aus dem oberen Nasengang; die Sinus ethmoidales ant., die Sinus frontales und maxillares aus dem mittleren Nasengang, und zwar durch Ausstülpung des Epithels in die Knochen, die das Mesenchym der ursprünglichen «Nasenkapsel» ersetzen. Die Stirnhöhlen, die Oberkieferhöhlen und die vorderen Siebbeinzellen sind also gleichen Ursprungs, werden erst später topographisch voneinander getrennt, münden aber immer in den mittleren Nasengang.

Das fertige Siebbeinlabyrinth besteht aus den paarigen massae lat., die in der Mitte durch die lamina cribriformis vereinigt werden. Diese ihrerseits wird durch eine senkrechte Wand unterstützt, der lamina perpendicularis (oder mediana), die sich nach oben in die crista galli fortsetzt. Die beiden massae lat. sind ausgehöhlt, enthalten die Siebbeinzellen und bilden die obersten, die oberen und die mittleren Nasenmuscheln. Die untersten Nasenmuscheln dagegen gehören nicht zum Siebbeinlabyrinth. Gelegentlich können einige Siebbeinzellen in die mediale, z. T. in die hintere Orbitalwand hineinreichen.

Röntgenologisch projiziert sich das Siebbein relativ frei und übersichtlich im axialen und halbaxialen Strahlengang. Es handelt sich dabei sozusagen um eine Aufsicht des Siebbeins von der Schädelbasis aus. Das Siebbein wird vom Unterkiefer umrahmt, der z. T. die vorderen Ethmoidalzellen verdeckt. Außerdem werden die Stirnhöhlen und die Ethmoidalzellen übereinander dargestellt. Auf dem seitlichen Bild überlagern sich die Ethmoidalzellen der beiden Gesichtshälften, die außerdem durch die lateralen Orbitalwände und durch die Jochbögen verdeckt werden. Eine genaue Beurteilung der Ethmoidalzellen wird dadurch erschwert.

Bei der Tomographie dagegen besteht die Möglichkeit, das Ethmoid schichtweise in a.-p. und in seitlicher Richtung zu untersuchen. Diese Darstellung in zwei senkrecht zueinander stehenden

Ebenen ermöglicht eine genaue topographische Lokalisation der pathologischen Prozesse.

Bei den bisher veröffentlichten tomographischen Untersuchungen des Siebbeins wiederholte man die üblichen Standard-Einstellungen der p.-a. Schädelaufnahmen. Bei unseren Untersuchungen am Skelettschädel, welche im folgenden besprochen werden, haben wir die bisherigen Lagerungen überprüft und neue Projektionsmöglichkeiten ausgearbeitet. Die Verbesserung der Technik der Tomographie des Siebbeins wurde angestrebt durch möglichst bequeme Lagerung des Patienten und durch Projektion der Störschatten der anliegenden Knochen außerhalb des Siebbeins.

Das erstere ist um so wichtiger, als bei unbequemer Stellung der Patient unruhig wird. Dadurch wird man gezwungen, die Lagerung nach jedem Schichtbild neu zu prüfen und zu korrigieren, was eine Verlängerung der Untersuchungszeit bedeutet. Außerdem werden die Schnitte in verschiedenen Höhen bei den ständigen Korrekturen nicht genau parallel, und deren Beurteilung wird somit erschwert. Wenn dagegen der Patient bequem liegt und infolgedessen die ursprüngliche Lagerung mühelos einhält, können nach Kontrolle des erstenwickelten Bildes die nächsten Aufnahmen rasch aufeinanderfolgen. Es ist von Vorteil, wenn eine Schnittserie, wie bei unseren Untersuchungen, nicht länger als 20 Minuten dauert. Zu diesem Zwecke haben wir bei unseren Versuchen am Skelettschädel von vornherein den a.-p. Strahlengang gewählt, was beim Patienten Rückenlage bedeutet. Bei der Tomographie spielt ja die Richtung des Strahlenganges keine Rolle. Es ist gleichgültig, ob der Strahlengang ventro-dorsal oder dorso-ventral verläuft, da im Gegensatz zu der Normalaufnahme nicht nur plattennahe Gegenstände, sondern grundsätzlich jede beliebige Schicht dargestellt werden kann. Dem Patienten dagegen wird das Einhalten einer bestimmten Stellung des Kopfes in Rückenlage weniger Mühe kosten als bei Lagerung auf dem Gesicht.

Bei der Verstreichungsrichtung, d. h. der Richtung, in welcher die Bewegung der Röhre ausgeführt wird, bestehen verschiedene Möglichkeiten. Man kann den Patienten so lagern, daß die Röhre cranio-caudal oder auch latero-lateral bewegt wird. Prinzipiell ist auch eine schräge Verstreichungsrichtung möglich. Bei der latero-lateralen Verstreichung muß der Patient quer auf dem Bucky-Tisch liegen, was eine zusätzliche Einrichtung notwendig macht:

entweder einen drehbaren Tisch oder eine seitliche Verlängerung des festen Tisches.

Nach diesen Ausführungen über die technischen Grundprinzipien der Tomographie folgen nun unsere Untersuchungen am Skelettschädel.

Versuch 1: Überprüfung der Tomographie des Ethmoids am Skelettschädel im *fronto-occipitalen Strahlengang* und bei *cranio-caudaler Verstreichung.*

Der zur Verfügung stehende normale Skelettschädel wurde auf das Hinterhaupt so gelagert, daß der Zentralstrahl fronto-occipital gerichtet war. Die Schnitte wurden in Höhe der Keilbeinhöhle (topographischer Anhaltspunkt: äußerer Gehörgang) bis zur Nasenwurzel in Abständen von 0,5 cm bei cranio-caudaler Verstreichung geführt. Die erhaltenen Bilder zeigten durchwegs einen horizontalen Störschatten im cranialen Teil des Ethmoids, der besonders in den hinteren Schichten deutlich hervortrat, während er weiter nach vorne noch erkennbar, aber nicht störend wirkte. Es handelt sich bei diesem horizontalen Schatten um die hintere Schädelgrube. Auch seitlich in den Orbitae traten schräge Schatten auf, die aber das Ethmoid nicht überdeckten und somit außer acht gelassen wurden. Diese entsprechen dem Felsenbein.

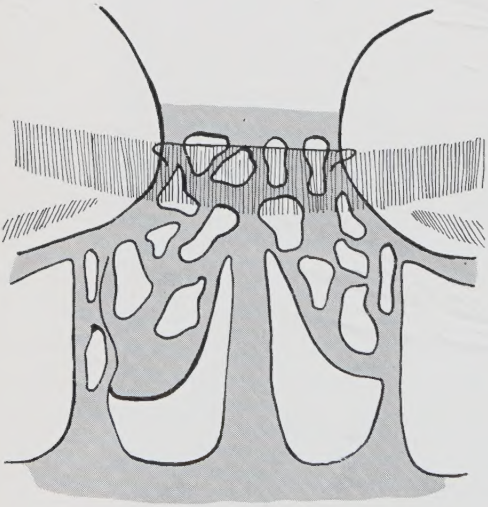

Fig. 2.

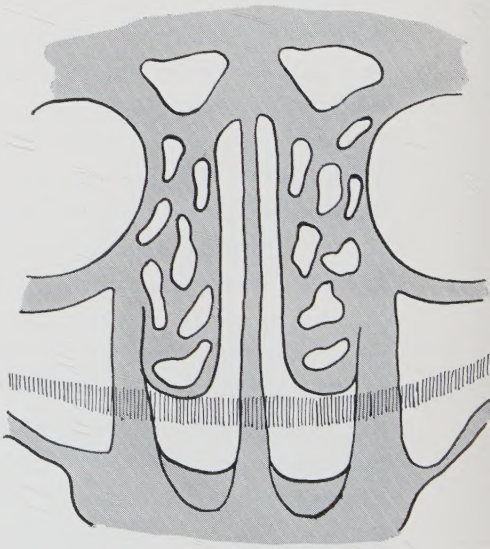

Fig. 3.

Fig. 2. Schematische Darstellung der Tomographie des Ethmoids am Skelettschädel im fronto-occipitalen Strahlengang und bei cranio-caudaler Verstreichung. Schnitthöhe 12,5 cm über der Tischebene. Senkrecht gestrichelt: Störschatten der hinteren Schädelgrube. Schräg gestrichelt: Schatten des Felsenbeins.

Fig. 3. Schematische Darstellung der Tomographie des Ethmoids am Skelettschädel im orbito-occipitalen Strahlengang und bei cranio-caudaler Verstreichung. Schnitthöhe: 15 cm über der Tischebene. Gestrichelt: Schatten der hinteren Schädelgrube.

Fig. 2 stellt eine Skizze des Schichtbildes dar in fronto-occipitalem Strahlengang und cranio-caudaler Verstreichung in einer Schnitthöhe von 12,5 cm. Der Schnitt liegt im Gebiet der hinteren Siebbeinzellen. Diese sind klar erkenntlich. Im Gebiet der oberen Ethmoidzellen liegt der oben beschriebene Störschatten der hinteren Schädelgrube, der eine Verschattung vortäuscht. Die Schatten der Felsenbeine reichen nicht ins Ethmoid hinein. In den Schichten, welche die vorderen Siebbeinzellen treffen, ist der Schatten der hinteren Schädelgrube noch erkennbar, aber stark aufgehellt, so daß eine genügende Beurteilung dieses Gebietes des Ethmoids möglich ist.

Dieses Schnittverfahren ist also für das Gebiet der vorderen Ethmoidzellen noch brauchbar, eine Ethmoiditis post. kann aber nicht beurteilt werden.

Versuch 2: Überprüfung der Tomographie des Ethmoids am Skelettschädel im *fronto-occipitalen Strahlengang* und bei *latero-lateraler Verstreichung.*

Bei gleicher Lagerung wie beim vorhergehenden Versuch, also im fronto-occipitalen Strahlengang, wurde nun eine Schnittserie bei latero-lateraler Verstreichung ausgeführt. Bei dieser Verstreichungsrichtung wurde der Skelettschädel so gelagert, daß dessen Sagittalebene quer zur Längsachse des Tisches und somit quer zur Bahn der Röhre verlief. Somit mußte bei der a.-p. Lagerung der Röhrenfokus von einer Seite des Gesichtes zur anderen, also latero-lateral, verstreichen. Die Verteilung der Störschatten ist gegenüber der vorhergehenden Serie nicht verändert, da ja die gleiche Lagerung beibehalten wurde. Die Zellzeichnung ist aber auffallend schärfer. Leider ist auch der Störschatten der hinteren Schädelgrube viel intensiver, so daß die davon überdeckten Gebiete des Ethmoids unkenntlich sind. Der Gewinn an Bildschärfe wird somit durch den dichteren Störschatten verringert.

Im Bestreben, diesen Störschatten der hinteren Schädelgrube aus dem Gebiet des Ethmoids zu rücken, wurden nun Versuche in beiden Verstreichungsrichtungen bei immer stärkerer Deflexion des Kopfes angeschlossen. Die wichtigsten dieser Versuche seien angeführt.

Versuch 3: Tomographie des Siebbeins am Skelettschädel im *naso-occipitalen Strahlengang* und in *cranio-caudaler Verstreichung.*

Im naso-occipitalen Strahlengang, bei starker Beugung des Kopfes nach hinten, wurde zwar der Störschatten der hinteren Schädelgrube ganz aus dem Ethmoid verdrängt, dafür aber verschatteten die angrenzenden medialen Wände der Oberkieferhöhlen die lateralen Anteile des Siebbeins. Somit kommt bei dieser Einstellung nur ein kleiner Teil des Ethmoids schattenfrei zur Darstellung. Für den klinischen Gebrauch wäre diese Lagerung auch ungeeignet gewesen; die forcierte Beugung im Nacken hätte kaum vom Patienten während der erforderlichen Zeitdauer eingehalten werden können.

Weitere Versuche in stärkerer Deflexion wie auch bei starker Beugung des Kopfes nach vorne führten zu noch schlechteren Ergebnissen. Es war dabei jeweils nur ein kleiner Teil des Ethmoids schattenfrei sichtbar, während wichtige Stellen durch Störschatten überdeckt wurden. Es war aussichtsreicher, eine Lagerung zu versuchen, die eine Mittelstellung zwischen dem fronto-occipitalen und dem naso-occipitalen Strahlengang einnahm.

Versuch 4: Tomographie des Ethmoids *im orbito-occipitalen Strahlengang* und bei *cranio-caudaler Verstreichung.*

Wie erwartet, erhielten wir befriedigende Resultate bei einer Mittelstellung zwischen fronto-occipitalem und naso-occipitalem Strahlengang. Die Tomographie wurde zunächst in cranio-caudaler Verstreichung ausgeführt. Der Strahlengang wurde orbito-occipital benannt, da der Zentralstrahl eine das Zentrum beider Orbitae verbindende Linie senkrecht traf. Der Skelettschädel wurde so gelagert, daß die Längsachse des Jochbogens senkrecht auf der Tischebene stand. Außerdem wurde auf strenge symmetrische Lagerung geachtet, da sonst auf den Bildern die zwei massae lat. des Ethmoids nicht miteinander verglichen werden konnten. Der Schatten der hinteren Schädelgrube war bei dieser Einstellung am schmalsten und projizierte sich außerhalb des Ethmoids. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, wurde somit der größtmögliche Teil des Ethmoids schattenfrei dargestellt.

Die Schnitthöhe wurde am Skelettschädel nach der Lagerung ausgemessen. Die vordersten Schnitte liegen meistens bei 15 cm, die hintersten bei 12 cm über dem Tisch. Ein Abstand von 1 cm zwischen den Schichten ist genügend. Im ganzen werden also mit dem ersten Probeschnitt 4—5 Filme von 13/18 cm Format benötigt. Die Untersuchung ist also recht sparsam im Filmverbrauch.

Versuch 5: Tomographie des Ethmoids im *orbito-occipitalen Strahlengang* und bei *latero-lateraler Verstreichung.*

Die orbito-occipitale Lagerung wurde ebenfalls bei latero-lateraler Verstreichung überprüft. Auch hier war wie bei den anderen Serien in dieser Verstreichungsrichtung die Zellzeichnung schärfer, der Schatten der hinteren Schädelgrube wurde leider auch intensiver.

Daraus ist zu ersehen, daß die zwei Verstreichungen in ihren Vor- und Nachteilen ungefähr gleichwertig sind, da die Bildschärfe mit intensiveren Störschatten erkauft werden muß. Praktisch erfordert die latero-laterale Verstreichung bei klinischer Anwendung eine zusätzliche Einrichtung, um den Patienten quer zum Bucky-Tisch lagern zu können. Bei den Versuchen am Skelettschädel spielte dies natürlich keine Rolle.

Diese Methode der Darstellung des Ethmoids durch Tomographie im a.-p. Strahlengang wäre für sich allein nicht so wertvoll, wenn sie nicht ergänzt und deren Ergebnisse nicht bekräftigt werden könnten durch eine Darstellung in Seitenlage. Dazu haben wir ebenfalls bei den Versuchen am Skelettschädel die Lagerung gesucht, bei welcher der größtmögliche Teil des Ethmoids bei geringster Überlagerung durch Störschatten dargestellt werden könnte.

Zunächst wurde die übliche streng seitliche Lagerung in cranio-caudaler Verstreichung überprüft. Dabei war die Verwischung der Ränder so groß und die Zellzeichnung so undeutlich, daß diese Verstreichungsrichtung sich von vornherein als ungünstig erwies.

Die Querverwischung, die auch bei den Versuchen im a.-p. Strahlengang eine schärfere Randzeichnung ergeben hatte, wurde eingehend studiert.

Versuch 6: Untersuchung der Tomographie des Ethmoids in strenger *Seitenlage* und *Querverwischung.*

Bei der üblichen Seitenlage war die Richtung dieser Querverwischung fronto-occipital. Wie erwartet, zeichneten sich die Ethmoidzellen viel schärfer. Leider aber wurden mehrere Störschatten ins Ethmoid «hineingewischt». Das Stirnbein und das Nasenbein verschatteten die Zellgrenzen zwischen Ethmoid und Stirnhöhlen, der Jochbogen und die mittlere Schädelgrube verwischten die basalen Ethmoidzellen (siehe Fig. 4).

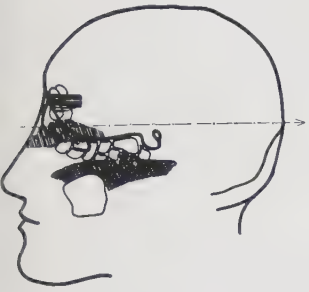

Fig. 4.

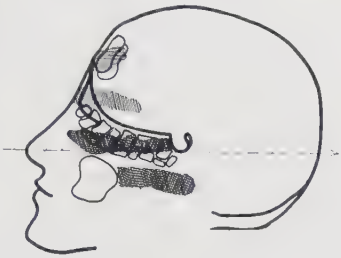

Fig. 5.

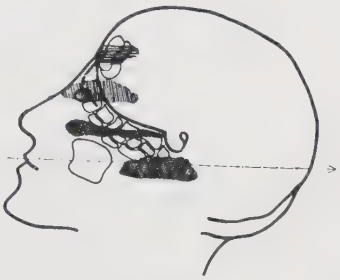

Fig. 6.

Fig. 4. Schematische Darstellung der Störschatten bei üblicher Seitenlage. Die Richtung der Verstreichung ist dem Pfeil gemäß fronto-occipital. Horizontal gestrichelt: Schatten des Stirnbeins. Schräg gestrichelt: Schatten des Nasenbeins. Kariert gezeichnet: Schatten des Jochbogens und mittlere Schädelgrube.

Fig. 5. Schematische Darstellung der Störschatten bei Seitenlage gemäß Versuch 7. Die Richtung der Verstreichung ist dem Pfeil gemäß naso-occipit. Horizontal gestrichelt: Schatten des Stirnbeins. Schräg gestrichelt: Schatten des Nasenbeins. Kariert gezeichnet: Schatten des Jochbogens und mittlere Schädelgrube.

Fig. 6. Schematische Darstellung der Störschatten bei Seitenlage gemäß Versuch 8. Die Richtung der Verstreichung ist dem Pfeil gemäß maxillo-occipital. Horizontal gestrichelt: Schatten des Stirnbeins. Schräg gestrichelt: Schatten des Nasenbeins. Kariert gezeichnet: Schatten des Jochbogens und der mittleren Schädelgrube.

Die sichere Beurteilung eines solchen Bildes in bezug auf Strahlendurchlässigkeit der Ethmoidzellen ist somit nicht möglich.

Versuch 7: Tomographie des Ethmoids am Skelettschädel in *Seitenlage* bei *naso-occipitaler Verstreichung.*

Unter Beibehaltung der seitlichen Lagerung wurde nun durch Beugung des Kopfes nach hinten versucht, die beim vorhergehenden Versuch aufgetretenen Störschatten aus dem Gebiet des Ethmoids wegzuprojizieren. Durch die Kopfdrehung nach hinten verlief nun die Richtung der Verstreichung naso-occipital. Wie aus Fig. 5, die eine Schicht in 7,5 cm Höhe, also in Nähe der Sagittalebene darstellt, ersichtlich ist, waren diesmal die basalen Zellen besonders in den dorsalen Partien relativ frei. Der Schatten des Jochbogens zog sich in einem schmalen, nicht störenden Streifen aus, und in den oberen Teilen verlor sich der Schatten des Stirnbeins in die vordere Schädelgrube. Dagegen trat der Schatten des os nasale stärker hervor und verwischte die Grenzen zwischen Stirnhöhlen und vorderen Ethmoidzellen.

Versuch 8: Tomographie des Ethmoids am Skelettschädel in *Seitenlage* bei *maxillo-occipitaler Verstreichung.*

Eine Abschwächung dieser restlichen Schatten wurde durch noch stärkere Beugung des Kopfes nach hinten erreicht, so daß nun die Verstreichungsrichtung maxillo-occipital war (siehe Fig. 6). Der Schatten des Nasenbeins wurde in die Stirnhöhlen «hineingewischt», der Jochbogen lief in einen schmalen Streifen aus und wirkte wenig störend. Die cellulae ethm. post. in Nachbarschaft des sinus sphenoidalis sind schattenfrei dargestellt, da auch der Schatten der mittleren Schädelgrube basalwärts gewischt wurde. Es kann somit bei dieser Einstellung der größte Teil des Siebbeins frei dargestellt werden. Die relativ kleinen Schatten des Jochbogens und des Nasenbeins müssen wohl in Kauf genommen werden. Sie liegen außerdem in den vorderen Abschnitten des Ethmoids, an einer Stelle, die bei der Tomographie im a.-p. Strahlengang hinreichend deutlich dargestellt wird.

Zur Technik muß noch beigefügt werden, daß die Lagerung des Schädels streng seitlich sein muß, um Störungen durch Überlagerungen zu vermeiden. Der Kopf wird so weit nach hinten gebeugt, daß bei geschlossenem Mund der horizontale Unterkieferast mit dem Filmrand parallel läuft. Die Schnitte wurden zunächst am besten in der Sagittalebene geführt. Diese soll an jedem Kopf ausgemessen werden und liegt beim Erwachsenen meistens in 7—8 cm Abstand von der Tischebene. Danach folgen beidseits der Sagittalebene Schnitte in Abständen von 0,5 cm. Meistens genügen 2—3 Schnitte auf jeder Seite. Die Methode erfordert also mit dem ersten Probeschnitt 5—7 Aufnahmen vom Format 13/18 cm. Bei Anwendung dieser Methode am Patienten muß dieser am geeignetsten quer zum Bucky-Tisch liegen, der, falls genügend Raum vorhanden ist, leicht verbreitert werden kann. Leider war dies bei unseren Versuchen aus Platzmangel nur in beschränktem Maße möglich.

Zusammenfassend ist aus unseren Versuchsserien am Skelettschädel zu schließen, daß *für die a.-p. Einstellung* der geeignetste Strahlengang, d. h. der Strahlengang, bei welchem die geringsten Störschatten vorhanden sind und das größtmögliche Gebiet des Ethmoids sichtbar ist, der *orbito-occipitale Strahlengang* ist. Der Zentralstrahl geht durch die Nasenwurzel (bzw. senkrecht auf der Linie, welche das Zentrum beider Orbitae verbindet). Der Kopf wird nach hinten gebeugt, bis die Achse des Jochbogens senkrecht auf der Tischebene steht. Der Kopf soll streng symmetrisch gelagert werden. Bei Anwendung am Patienten ist diese Lagerung des Kopfes in bequemer Rückenlage möglich.

Das Ergebnis der Verstreichung ist ungefähr gleichwertig, sei es in cranio-caudaler, sei es in latero-lateraler Richtung. Die latero-laterale Verstreichung ergibt schärfere Bilder, die cranio-caudale Verstreichung weniger intensive Störschatten. Am besten sind bei beiden Verstreichungen die vordersten Schichten des Ethmoids dargestellt.

Bei der seitlichen Lagerung ist das Ethmoid in seiner ganzen Ausdehnung am wenigsten durch Störschatten verwischt, wenn man den Patienten so lagert, daß *die Verstreichungsrichtung maxillo-occipital* verläuft. Dabei liegt der horizontale Unterkieferast bei geschlossenem Mund parallel zum Filmrand und zur Verstreichungsrichtung. Bei klinischer Anwendung liegt der Patient quer zum Bucky-Tisch, der entsprechend ausgebaut werden muß. Bei diesem Verfahren kommen die mittleren und hinteren Ethmoidalzellen besonders gut zur Darstellung.

Nachdem wir durch die Versuche am Skelettschädel die optimale Lagerung und Verstreichungsrichtung zur Tomographie des Ethmoids ausgearbeitet hatten, haben wir die praktische, klinische Überprüfung dieser Untersuchungsmethode der Nasennebenhöhlen angeschlossen.

Bei der Anwendung am Patienten waren einige kleine technische Änderungen und Ergänzungen notwendig. Zunächst mußten zum Schutz der Linse die Augen des Patienten mit Blei abgedeckt werden. Wir haben diesen Bleischutz bei allen folgenden Tomographien im a.-p. Strahlengang angewandt. Zu Beginn haben wir die Augen mit runden Bleigummiplatten abgedeckt. Diese «Bleibrille» wirkte auf dem Tomogramm nicht störend, da deren Schatten seitlich außerhalb des Ethmoids fiel und insbesondere bei cranio-caudaler Verstreichung nicht ins Ethmoid hineingewischt wurde. Die Bleiabdeckung der sehr hellen Orbitae wirkte im Röntgenbild eher kontrasterhöhend, da dadurch deren «Störlicht» beseitigt wurde. Bei späteren Versuchen haben wir die Bleibrille durch ein viereckiges «Bleifenster» von ca. 5 cm Seitenlänge ersetzt. Dies bewährte sich noch besser, da alles, was nicht zum Ethmoid gehörte, dadurch strahlendicht abgedeckt war. Wir hatten hier sozusagen eine ausgeblendete Aufnahme des Ethmoids.

Bei latero-lateraler Verstreichung war im a.-p. Bild die Bleibrille nicht günstig, da deren Schatten bei geringster asymmetrischer Lagerung des Kopfes quer ins Ethmoid hineingewischt wurde.

Bei unseren klinischen Untersuchungen haben wir zunächst Patienten tomographiert, die keine Erkrankungen der Nasennebenhöhlen durchgemacht hatten, da es sich vorerst darum handelte, die Anwendbarkeit der Methode als solche zu prüfen.

Versuch 9: Tomographie des Ethmoids am Patienten im *orbito-occipitalen Strahlengang* bei *cranio-caudaler Verstreichung* und bei Anwendung des Bleischutzes der Augen.

Wie bei den Versuchen am Skelett wurde der Kopf des Pat. M. in Rückenlage so weit nach hinten gebeugt, bis der Jochbogen senkrecht auf dem Tisch stand. Nach Messung des senkrechten Abstandes zwischen Tisch und Nasenwurzel wurden von dieser Höhe aus die Tomogramme in Abständen von 0,5 cm nach dorsal ausgeführt. Als Schutz für die Orbitae wurde ein Bleigummifenster von ca. 5 cm Seitenlänge angewandt, welches die Nase symmetrisch einrahmte.

Fig. 7. Tomographie des Ethmoids am Patienten gemäß unserer Methode im orbito-occipitalen Strahlengang und bei cranio-caudaler Verstreichung.

Fig. 7 stellt eine Schichtaufnahme dieses Patienten dar, der im übrigen in bezug auf die Nasennebenhöhlen vollständig gesund war, im a.-p. Strahlengang und cranio-caudaler Verstreichung auf einer Höhe von 15 cm von der Tischebene weg. Wir befinden uns hier in den mittleren Schichten des Ethmoids. Das Zellsystem ist gut dargestellt und zeigt keine Verschattungen. Im unteren Teil sind die Weichteilschatten der untersten und mittleren Nasenmuscheln gut abgegrenzt. Der «Störschatten» der hinteren Schädelgrube ist an der unteren Grenze der mittleren Muscheln als horizontaler Streifen eben sichtbar und wirkt nicht störend. Zu beiden Seiten sind die Orbitae und die Oberkieferhöhlen zum größten Teil durch das «Bleifenster» ausgeblendet. Wie aus dem Bilde ersichtlich ist, machte die klinische Anwendung der Methode im orbito-occipitalen Strahlengang und bei cranio-caudaler Verstreichung keine Schwierigkeiten.

Die Tomographie im a.-p. Strahlengang und latero-lateraler Verstreichung dagegen brachte bei klinischer Anwendung weniger günstige Resultate. Dies

lag insbesondere daran, daß wir durch Raummangel verhindert waren, den Patienten bequem quer zum Bucky-Tisch zu lagern. Bei Ausnutzung des gesamten uns zur Verfügung stehenden Raumes betrug die Tischlänge kaum einen Meter. Einen erwachsenen Patienten konnten wir auf diesen Quertisch nur so lagern, daß er in eine Zwangshaltung kam. Diese wurde unwillkürlich korrigiert, und nach kurzer Zeit war die ursprüngliche Lagerung verschoben und asymmetrisch, so daß nur undeutbare Bilder entstanden.

Diese Methode ist aber bei genügend vorhandenem Raum anwendbar. Dies konnten wir an Versuchen bei Kindern beweisen, für welche die Tischlänge ausreichte, wie z. B. bei Pat. J. C.

Versuch 10: Tomographie des Ethmoids *im a.-p. Strahlengang* und *latero-lateraler Verstreichung* mit Bleischutz *bei einem 3jährigen Kind.*

Pat. J. C., 3jährig, stand in unserer strahlentherapeutischen Behandlung wegen eines Tumors des harten Gaumens, der das Ethmoid nicht tangierte.

Fig 8.

Fig 9

Fig. 8. Tomographie des Ethmoids *im a.-p. Strahlengang* und *latero-lateraler Verstreichung* mit Bleischutz bei einem 3jährigen Kind, J. C. Der Bleischutz wurde in Form einer Bleibrille angewandt, deren «Störschatten» nicht ins Ethmoid hineinreicht.

Fig. 9. Tomographie des Ethmoids in *Seitenlage* und *maxillo-occipitaler Verstreichung* bei Pat. M. C. Die Belichtung wurde so gewählt, daß das Ethmoid optimal belichtet bleibt, während die Belichtung des Sphenoids nicht besonders beachtet wurde.

Fig. 8 stellt einen Schnitt in 13 cm Höhe dar, bei orbito-occipitalem Strahlengang und latero-lateraler Verstreichung. Die Ethmoidzellen sind deutlich gezeichnet und zeigen keinerlei Verschattung oder Verschleierung. Auf beiden Seiten des Ethmoids sind Schatten sichtbar, die vom Bleischutz herrühren. Sie wirken auf diesem Bild nicht störend, da sie nicht ins Ethmoid hineinreichen.

Daraus kann man ersehen, daß die Methode bei latero-lateraler Verstreichung beim Erwachsenen auch anwendbar wäre, wenn genügend Raum zur Lagerung vorhanden ist. Wir haben uns bei unseren weiteren Versuchen am Patienten bei der a.-p. Lagerung mit der Tomographie in cranio-caudaler Verstreichung begnügt, da sie hinreichend gute Resultate ergab und wir nicht die Möglichkeit hatten, in einem größeren Raum unsere Tomographien auszuführen.

Für die Tomographie des Ethmoids *in Seitenlage* dagegen war der Quertisch trotz seiner geringen Länge ausreichend. In Seitenlage ist es nämlich für den Patienten weniger anstrengend, nach Anziehen der Beine die Lagerung einzuhalten, da dies der natürlichen Haltung eher entspricht.

Beim Patienten haben wir die Tomographie des Ethmoids in Seitenlage wie bei den Versuchen am Skelett ausgeführt. Zentriert wurde in der Mitte zwischen Tragus und äußerem Lidwinkel. Es zeigte sich nun eine weitere Schwierigkeit bei der Bestimmung der Expositionsdaten. Stellt man auf die am besten sichtbare Keilbeinhöhle ab, so werden die Ethmoidzellen überbelichtet; bei guter Darstellung der Ethmoidzellen ist dagegen das Sphenoid unterbelichtet. Es ist aber von Vorteil, auf das Ethmoid einzustellen und auf eine zusätzliche gute Darstellung des Sphenoids zu verzichten, da man sonst auch nach «Aufhellung» der allzu geschwärzten Gebiete des Ethmoids keine diagnostisch verwertbaren Aufnahmen erhält.

Dies kann aus dem folgenden Versuch am Patienten ersehen werden:

Versuch 11: Tomographie des Ethmoids *in Seitenlage* und *maxillo-occipitaler Verstreichung* am Patienten.

Pat. M. C., 8jährig, war kurz in oto-rhinologischer Behandlung wegen Rhinitis sicca bei Septumdeviation.

Fig. 9 stellt einen Schnitt dar auf 5 cm Höhe (die Sagittalebene lag bei 6,5 cm) in Seitenlage und maxillo-occipitalem Strahlengang, entsprechend den Versuchen am Skelettschädel. Die Ethmoidalzellen sind in einem Längsschnitt durch das Ethmoid dargestellt. In Nähe der Orbita ist das Bild etwas härter, die Zellen sind aber noch deutlich gezeichnet. Das Sphenoid dagegen ist bei dieser Belichtung fast unkenntlich. Die Störschatten der Stirnbeins, des Nasenbeins und des Jochbogens wirken viel weniger störend als bei den Skelettaufnahmen. Weiterhin gut dargestellt sind die Stirnhöhle und die Oberkieferhöhle mit deren Begrenzung gegen den Epipharynx. Die einzelnen Nebenhöhlen kommen somit sehr gut zur Darstellung.

Das Tomogramm in Seitenlage bietet gegenüber der normalen seitlichen Aufnahme den Vorteil, daß keine Überlagerungen der angrenzenden Gesichtsknochen vorliegen, sondern daß wirklich eine einzelne Schicht des Ethmoids beurteilt werden kann.

Im nächsten Fall, bei Pat. Am. F., soll demonstiert werden, wie bei der Möglichkeit der Anwendung der Tomographie in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen Fehldiagnosen vermieden werden können.

Versuch 12: Tomographie des Ethmoids beim Patienten *im a.-p. Strahlengang und in Seitenlage.*

Fig. 10.

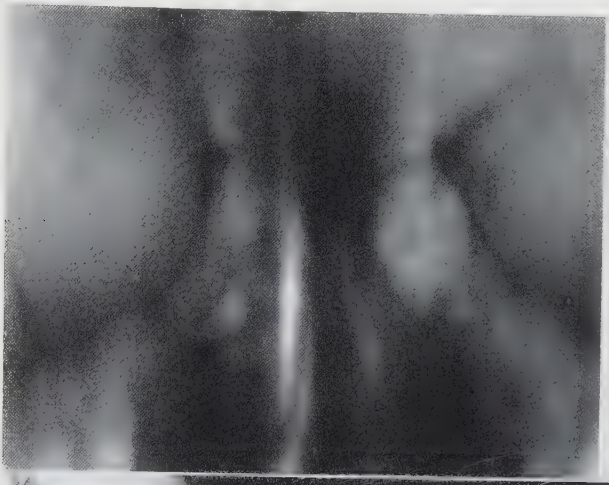

Fig. 11.

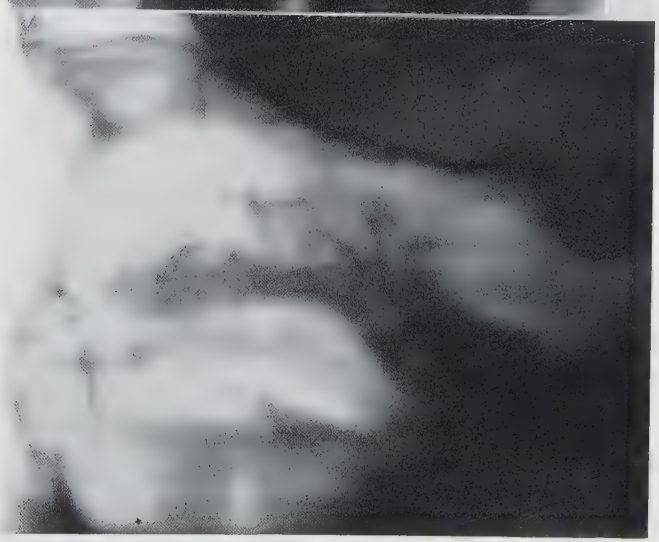

Fig. 10. Tomographie des Ethmoids im orbito-occipitalen Strahlengang und cranio-caudaler Verstreichung ohne Zwischentisch bei Pat. Am. F. Der Schnitt liegt in 17 cm Höhe, vom Tisch aus gemessen. Die Ethmoidalzellen erscheinen verschattet infolge der stark ausgebildeten Weichteile des akromegaloiden Patienten.

Fig. 11. Tomographie des Ethmoids beim gleichen Pat. Am. F. in Seitenlage bei maxillo-occipitaler Verstreichung. Die Ethmoidzellen zeigen keine Verschattungen. Weitere Ausführungen siehe Text.

Der 22jährige Pat. Am. F. war von akromegalem Körperbau. Seitens der Respirationsorgane und insbesondere der Nebenhöhlen war er vollständig gesund. Die Untersuchung wurde in der uns üblichen Technik durchgeführt. Zunächst erhielt man im a.-p. Strahlengang nur verzerrte, unscharfe Bilder und verschattete Ethmoidalzellen im Bereich der Nasenmuscheln. Da in einer späteren Sitzung wieder keine besseren Bilder erhalten werden konnten, wurde die von *Cone, Moore* (8) angegebene Technik angewandt, d. h. die Tomographie wurde in Bauchlage im occipito-nasalen Strahlengang in 4, 5 und 6 cm Entfernung von der Tischebene ausgeführt. Bei diesem Patienten mit großer Nase waren wir aber bei dem Schnitt in 6 cm Höhe noch in der vorderen Hälfte des Siebbeins. Das Zellsystem war diesmal scharf gezeichnet, die Zellen selber erschienen aber wieder lichtarm. Nebenbei ist zu erwähnen, daß der Patient diese Lagerung mit auf dem Tisch aufgedrückter Nase nur 10 Minuten aushalten konnte, was kaum zur Kontrolle des ersten fertigentwickelten Bildes ausreichte. Da nun klar wurde, daß die Unschärfe unserer ersten Filmserien durch die zu große Film-Objekt-Distanz bedingt war, wurde die Serie in Rückenlage wiederholt, nach Entfernung eines sonst von uns gebrauchten Zwischentisches. Die unscharfe Zeichnung war danach behoben, aber wie dies bei Fig. 10 ersichtlich ist, erschienen die Zellen wie vorher lichtarm. Man hätte nach diesem Bild eine Nebenhöhlenerkrankung diagnostizieren können.

Hier klärte die Tomographie in Seitenlage den Fall: Auf diesen Bildern (Fig. 11) erscheinen die Ethmoidalzellen scharf gezeichnet und absolut nicht verschattet. Auffallend ist, daß bei diesem akromegalen Patienten das gesamte Nebenhöhlensystem sehr stark entwickelt ist. Die Stirnhöhlen und die Keilbeinhöhlen sind besonders groß.

Die Verschattungen der Ethmoidalzellen im a.-p. Strahlengang haben wir demnach den Weichteilen der großen Nase zugeschrieben, die infolge ihrer Dichte als Störschatten wirkten, insbesondere bei großer Objekt-Film-Distanz.

Nach den Erfahrungen mit diesem Fall haben wir bei den weiteren Untersuchungen nie unterlassen, Tomographien im a.-p. Strahlengang sowie auch in Seitenlage auszuführen. Wir hatten ferner die Möglichkeit, bei unserem Apparat die Objekt-Film-Distanz durch Entfernung eines Zwischentisches zu verringern, was nur bei akromegalen Patienten empfehlenswert war.

Aus diesen ersten Versuchen am Patienten mit gesundem Nebenhöhlensystem können wir zusammenfassend folgern, daß sich die bei den Versuchen am Skelettschädel erprobte Methode der Tomographie des Ethmoids auch klinisch bewährt hat.

Bei klinischer Anwendung bleibt folgendes zu ergänzen:

1. *Im a.-p. Strahlengang* ist zum Schutze des Auges eine Bleiabdeckung anzubringen. Am besten eignet sich, ohne auf den Bildern störend zu wirken, ein viereckiges Bleifenster von einer Seitenlänge von ca. 5 cm.

2. Die latero-laterale Verstreichung im a.-p. Strahlengang ist nur durchführbar, wenn die Möglichkeit besteht, den Patienten bequem quer zum Bucky-Tisch zu lagern. Im Fall von Raum-

mangel ist die Tomographie im a.-p. Strahlengang bei craniocaudaler Verstreichung zu bevorzugen.

3. Bei Patienten mit großem Kopf soll im a.-p. Strahlengang die Entfernung der Schnitthöhe nicht zu weit von der Filmebene gewählt werden, sonst werden die Bilder verzerrt.

4. Es soll die Tomographie des Ethmoids stets im a.-p. Strahlengang *und* in Seitenlage ausgeführt werden, um Fehldiagnosen zu vermeiden.

5. Bei der Tomographie in Seitenlage sind die Expositionsdaten so zu gestalten, daß das Ethmoid nicht überbelichtet wird, wenn man dabei auch zu weiche Bilder der Keilbeinhöhle erhält.

Zusammenfassung.

Im ersten Teil der Arbeit wurden durch Versuche am Skelettschädel die bisherigen Lagerungen bei der Tomographie des Ethmoids überprüft und unsere Modifikationen und Ergänzungen ausführlich beschrieben und begründet.

Es handelte sich darum, die Lagerung zu finden, die vom Patienten möglichst mühelos während der erforderlichen Dauer der Tomographie (ca. 20 Min.) eingehalten werden konnte, und die dabei ein möglichst großes Gebiet des Ethmoids störschattenfrei darzustellen erlaubte.

Auf die bequeme Lagerung des Patienten wurde besonders Wert gelegt, da bei forcierter Haltung der Patient die ursprüngliche Lagerung nicht einhält und entweder Bilder entstehen, die sich nicht miteinander vergleichen lassen, oder es sind dauernd Korrekturen an der Lagerung vorzunehmen. Aus diesen Gründen wurden die Versuche am Skelettschädel im a.-p. Strahlengang durchwegs in «Rückenlage» und nicht wie bei der bisherigen Lagerung auf dem Gesicht durchgeführt.

Im a.-p. Strahlengang erwies sich bei den bisherigen Methoden auf dem Tomogramm der Schatten der hinteren Schädelgrube besonders störend, da er ein besonders wichtiges Gebiet des Ethmoids verdeckte, so daß irrtümlicherweise eine pathologische Verschattung dieser Ethmoidzellen angenommen werden konnte.

Nach Untersuchung verschiedener Lagerungen des Skelettschädels im a.-p. Strahlengang wurde gezeigt, daß der Strahlengang, der den obigen Forderungen entspricht, d. h. der Strahlengang, bei welchem bei möglichst bequemer Lagerung das größtmögliche Gebiet des Ethmoids störschattenfrei dargestellt ist, der

orbito-occipitale Strahlengang ist. Die Benennung erfolgte nach der Richtung des Zentralstrahles, der auf eine das Zentrum beider Orbitae verbindenden Linie gerichtet war.

Im a.-p. Strahlengang erwiesen sich ferner die Verstreichungen in cranio-caudaler oder latero-lateraler Richtung als gleichwertig. Bei der latero-lateralen Verstreichung erhielt man schärfere Zellzeichnung als bei der cranio-caudalen, dafür aber auch intensivere Störschatten.

In Seitenlage wurde die beste schattenfreie Übersicht dann erreicht, wenn man den Skelettschädel so lagert, daß die Verstreichung maxillo-occipital verlief. Die cranio-caudale Verstreichungsrichtung in Seitenlage ergab so viele Störschatten, daß die Methode gar nicht ausgebaut wurde.

Im zweiten Teil werden die bei den Versuchen am Skelettschädel erhaltenen Resultate zunächst an Patienten mit gesundem Nebenhöhlensystem überprüft und notwendige technische Ergänzungen angebracht.

So empfahl es sich, im a.-p. Strahlengang einen Bleischutz der Orbitae anzuwenden, der zunächst in Form einer «Bleibrille», später als ein viereckiges «Bleifenster» angebracht wurde. Nur bei der latero-lateralen Verstreichung wurde der Bleischatten ins Ethmoid hineingewischt und wirkte auf dem Bilde störend. Sonst wirkte die Bleiabdeckung der Randgebiete des Ethmoids kontrasterhöhend und im Sinne einer ausgeblendeten Aufnahme des Ethmoids.

Im a.-p. Strahlengang bewährte sich bei klinischer Anwendung die Tomographie des Ethmoids besonders gut bei cranio-caudaler Verstreichung. Die Patienten empfanden die Lagerung auf dem Rücken nicht als unangenehm und hielten sie mühelos während der erforderlichen Dauer der Untersuchung ein. Die erhaltenen Bilder waren frei von Störschatten.

Die Tomographie im a.-p. Strahlengang und latero-lateraler Verstreichung eignete sich bei klinischer Anwendung nur, wenn genügend Raum zur bequemen Lagerung des Patienten quer zum Bucky-Tisch vorhanden war. Dies konnten wir an Beispielen mit Kindern zeigen, bei welchen der uns zur Verfügung stehende Raum ausreichte.

Bei der Anwendung der Tomographie des Ethmoids in Seitenlage am Patienten stimmten die Ergebnisse der klinischen Untersuchungen mit denen der Versuche am Skelettschädel überein.

Bei maxillo-occipitaler Verstreichung war das ganze Ethmoid schattenfrei dargestellt. Bei den Expositionsdaten war darauf zu achten, daß die Ethmoidalzellen nicht überbelichtet wurden, da sonst die Zellen in Orbitalnähe schwer zu beurteilen waren.

Literatur.

1. *Großmann:* Fortschr. Röntgenstr. *52,* Kongreßheft 44 und 46—50 (1935). — 2. *Großmann:* Fortschr. Röntgenstr. *51,* 61 (1935). — 3. *Großmann:* Fortschr. Röntgenstr. *51,* 191 (1935). — 4. *Camino:* Bull. Soc. Radiol. méd. France *25,* 469 (1937). — 5. *Buffet, Worms* und *Aubert:* Ann. d'Oto-Laryngologie *11,* 1118 (1938). — 6. *Kremer:* Röntgenpraxis *10,* 26 (1938). — 7. *Kuhlmann, Rating* und *Schneider:* Arch. O.N.H.heilk. *148,* 252 (1940). — 8. *Moore* und *Cone:* Surgery etc. *72,* 514 (1941). — 9. *Bayer, Werner:* Fortschr. Röntgenstr. *66,* 132 (1942). — 10. *Bayer, Werner:* Fortschr. Röntgenstr. *65,* 29 (1942). — 11. *Bayer, Werner:* Fortschr. Röntgenstr. *65,* 22 (1942). — 12. *Koehler, Alban:* Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde, Ausg. 1943, G. Thieme Verlag, Leipzig.